

(19)日本国特許庁 (JP)

(12)公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-251819

(P2001-251819A)

(43)公開日 平成13年9月14日(2001.9.14)

(51) Int. Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード (参考)
H 02 K 15/085		H 02 K 15/085	5H002
1/16		1/16	Z 5H603
1/18		1/18	C 5H604
3/04		3/04	E 5H615
3/34		3/34	C 5H619

審査請求 有 請求項の数11 OL (全 18 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号	特願2000-318028(P2000-318028)	(71)出願人	000006013 三菱電機株式会社 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号
(22)出願日	平成12年10月18日 (2000. 10. 18)	(72)発明者	浅尾 淑人 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱 電機株式会社内
(31)優先権主張番号	特願平11-377167	(72)発明者	足立 克己 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱 電機株式会社内
(32)優先日	平成11年12月27日 (1999. 12. 27)	(74)代理人	100057874 弁理士 曽我 道照 (外6名)
(33)優先権主張国	日本 (JP)		

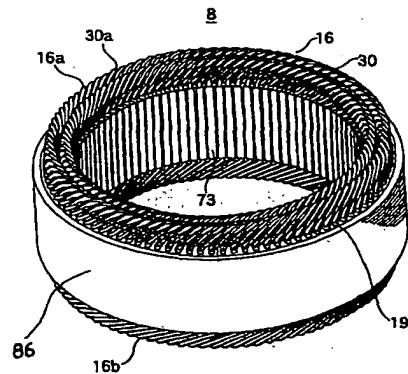
最終頁に続く

(54)【発明の名称】交流発電機の製造方法

(57)【要約】

【課題】 この発明は、コイルエンドでの整列度等が高い交流発電機を容易に製造し得る交流発電機の製造方法を得る。

【解決手段】 この交流発電機の製造方法は、スロット36aに入る直線部30bを有するように素線30を折り曲げ形成して巻線アッセンブリを作製する工程と、スロット36aが形成された板状磁性部材を積層して素鉄心36を形成する工程と、素鉄心36に巻線アッセンブリを重ね、かつスロット36aに直線部30bが入るように押圧する工程と、素鉄心36を円筒状に曲げ、素鉄心36の両端面を当接、溶接して固定子鉄心15を形成する工程とを含む。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 回転周方向に沿ってNS極を交互に形成する回転子と、この回転子を囲った固定子鉄心およびこの固定子鉄心に装着された固定子巻線を有する固定子とを備え、

前記固定子鉄心は軸線方向に延びたスロットが周方向に所定ピッチで複数形成され、前記固定子巻線は、長尺の素線が、前記固定子鉄心の端面側の前記スロット外で折り返されて、所定スロット数毎に前記スロット内でスロット深さ方向に内層と外層とが交互に採るように巻装された巻線を複数有している交流発電機の製造方法であつて、

前記スロットに入る直線部を有するように前記素線を折り曲げ形成して巻線アッセンブリを作製する工程と、前記スロットが形成された板状磁性部材を積層して素鉄心を形成する工程と、

前記素鉄心に前記巻線アッセンブリを重ね、かつ前記スロットに前記直線部が入るように押圧する工程と、

前記素鉄心を円筒状に曲げ、素鉄心の長手方向の両端面を当接して前記固定子鉄心を形成する工程と、
を含む交流発電機の製造方法。

【請求項2】 回転周方向に沿ってNS極を交互に形成する回転子と、この回転子を囲った固定子鉄心およびこの固定子鉄心に装着された固定子巻線を有する固定子とを備え、

前記固定子鉄心が軸線方向に延びた周方向に所定ピッチで複数形成されたスロットを有する内周鉄心部と、この内周鉄心部の外周面に嵌着された外周鉄心部とから構成され、前記固定子巻線は、長尺の素線が、前記固定子鉄心の端面側の前記スロット外で折り返されて、所定スロット数毎に前記スロット内でスロット深さ方向に内層と外層とが交互に採るように巻装された巻線を複数有する交流発電機の製造方法であつて、

前記スロットに入る直線部を有するように前記素線を折り曲げ形成して巻線アッセンブリを作製する工程と、

前記スロットが形成された板状磁性部材を積層して素鉄心を形成する工程と、

前記素鉄心に前記巻線アッセンブリを重ね、かつ前記スロットに前記直線部が入るように押圧する工程と、

前記素鉄心を円筒状に曲げて前記内周鉄心部を成形する工程と、

前記内周鉄心部に前記外周鉄心部を嵌着する工程とを含む交流発電機の製造方法。

【請求項3】 巾線アッセンブリは平板状である請求項1または請求項2に記載の交流発電機の製造方法。

【請求項4】 巾線アッセンブリは熱軟化処理されている請求項1ないし請求項3の何れかに記載の交流発電機の製造方法。

【請求項5】 素鉄心の長手方向の両端部は、素鉄心を円筒状に曲げたときに真円度が得られるように、予め曲

げ成形されている請求項1ないし請求項4の何れかに記載の交流発電機の製造方法。

【請求項6】 素鉄心のスロットの開口部の幅寸法は、曲げ成形前では巻線アッセンブリの直線部の幅寸法よりも大きく、曲げ成形後には巻線アッセンブリの直線部の幅寸法よりも小さい請求項1ないし請求項5の何れかに記載の交流発電機の製造方法。

【請求項7】 素鉄心と巻線アッセンブリとを一体化した後、素鉄心のスロットを区画するティースの先端部を押圧、塑性変形させて、スロットの開口部の幅寸法を小さくする請求項1ないし請求項6の何れかに記載の交流発電機の製造方法。

【請求項8】 素線の断面がほぼ矩形状である請求項1ないし請求項7の何れかに記載の交流発電機の製造方法。

【請求項9】 素線の断面がほぼ円形状である請求項1ないし請求項7の何れかに記載の交流発電機の製造方法。

【請求項10】 巾線アッセンブリの直線部はスロット内で径方向に複数層に配列されている請求項1ないし請求項9の何れかに記載の交流発電機の製造方法。

【請求項11】 巾線アッセンブリの直線部はスロットの底面にほぼ当接し、スロット内の内径側では、最内径側の直線部とスロットを区画するティースの先端部の肩部との間で隙間を有する請求項1ないし請求項10の何れかに記載の交流発電機の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 この発明は、例えば乗用車、トラック等の乗り物に搭載される内燃機関により駆動される交流発電機の製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 図34は例えば日本特許第2927288号に記載された従来の車両用交流発電機の固定子の斜視図、図35は図34の固定子に適用される導体セグメントを示す斜視図、図36および図37はそれぞれ図34の固定子の要部をフロント側およびリヤ側から見た斜視図である。この固定子300は、固定子鉄心301と、固定子鉄心301に巻装された固定子巻線302と、スロット303内に装着されて固定子巻線302を固定子鉄心301に対して絶縁するインシュレータ304とを備えている。固定子鉄心301は、板状磁性部材である薄い鋼板を重ねて積層された円筒状の積層鉄心であり、軸方向に延びるスロット303が内周側に開口するように所定ピッチで周方向に複数設けられている。固定子巻線302は、多数の短尺の導体セグメント305を接合して所定の巻線パターンに構成されている。

【0003】 導体セグメント305は、絶縁被覆された矩形断面の銅線材を略U字状に成形したもので、6スロット(1磁極ピッチ)離れた2つのスロット303毎

に、軸方向のリヤ側から挿入されている。そして、導体セグメント305のフロント側に延出する端部同士が接合されて固定子巻線302を構成している。

【0004】具体的には、6スロット離れた各組のスロット303において、1本の導体セグメント305が、リヤ側から、1つのスロット303内の外周側から1番目の位置と、他のスロット303内の外周側から2番目の位置とに挿入され、もう1本の導体セグメント305が、リヤ側から、1つのスロット303内の外周側から3番目の位置と、他のスロット303内の外周側から4番目の位置とに挿入されている。そこで、各スロット303内では、導体セグメント305の直線部305aが径方向に1列に4本並んで配列されている。そして、1つのスロット303内の外周側から1番目の位置からフロント側に延出した導体セグメント305の端部305bと、そのスロット303から時計回りに6スロット離れた他のスロット303内の外周側から2番目の位置からフロント側に延出した導体セグメント305の端部305bとか接合されて、2ターンの外層巻線が形成されている。さらに、1つのスロット303内の外周側から3番目の位置からフロント側に延出した導体セグメント305の端部305bと、そのスロット303から時計回りに6スロット離れた他のスロット303内の外周側から4番目の位置からフロント側に延出した導体セグメント305の端部305bとか接合されて、2ターンの内層巻線が形成されている。さらに、6スロット離れた各組のスロット303に挿入された導体セグメント305で構成される外層巻線と内層巻線とか直列に接続されて、4ターンの1相分の固定子巻線302が形成されている。同様にして、それぞれ4ターンの固定子巻線302が6相分形成されている。そして、これらの固定子巻線302は3相分づつ交流結線されて、2組の3相固定子巻線を構成している。

【0005】このように構成された従来の固定子300においては、固定子鉄心301のリヤ側では、同じ組のスロット303に挿入された2本の導体セグメント305のターン部305cが径方向に並んで配列されている。その結果、ターン部305cが周方向に2列に配列されて、リヤ側のターン部を構成している。一方、固定子鉄心301のフロント側では、1つのスロット303内の外周側から1番目の位置からフロント側に延出した導体セグメント305の端部305bと6スロット離れたスロット303内の外周側から2番目の位置からフロント側に延出した導体セグメント305の端部305bとの接合部と、1つのスロット303内の外周側から3番目の位置からフロント側に延出した導体セグメント305の端部305bと6スロット離れたスロット303内の外周側から4番目の位置からフロント側に延出した導体セグメント305の端部305bとの接合部とか、径方向に並んで配列されている。その結果、端部305

b同士の接合部が周方向に2列に配列されて、フロント側のターン部を構成している。

【0006】上記構成の車両用交流発電機の固定子300では、固定子巻線302が、略U字状に成形された短尺の導体セグメント305を固定子鉄心301のスロット303にリヤ側から挿入し、フロント側に延出する導体セグメント305の端部同士を接合して構成されているので、ターン部は、多数の接合部から構成されており、接合部同士が短絡しやすく、短絡事故が発生し易かつた。また、多数の短尺の導体セグメント305を固定子鉄心301に挿入し、かつ、端部同士を溶接、半田付け等により接合しなければならず、著しく作業性が悪かつた。また、導体セグメント305のスロット303への押し込み量は固定子鉄心301の軸方向長さ以上を必要とし、絶縁被膜に傷を付けやすく、製品後の品質を低下させていた。さらに、端部同士の接合時に、半田垂れや溶接融けによる接合部間の短絡が頻発し、量産性が著しく悪かつた。

【0007】導体セグメント305を用いた従来の構成に対して、特開平8-298756号公報には、半円状の分割鉄心部のスロットに、予め平角導体をほぼ六角形状に複数回巻回して形成された複数個のコイルピースを挿入して構成された固定子構造が示されている。この固定子は、半円状の分割鉄心部のスロットに径外側方向にコイルピースが順次挿入されている。つまり、六角形状のコイルピースの対向する一つの辺部がスロットの内側の層である内周層に位置し、対向する辺部は所定の数のスロットを飛び越えて外側の層である外周層に位置するように挿入されている。

【0008】この固定子では、スロットから延出したコイルエンドの整列度が高いものの、分割鉄心部同士を結合する際に、既に一方の分割鉄心部のスロットにコイルピースの一方の辺部が挿入されているが、他方の分割鉄心部のスロットへのコイルピースの挿入作業は、分割鉄心部の連結作業を併せて行う必要があるので、仮決め治具等を用いて煩雑な作業を行わなければならず、著しく生産性が悪かつた。また、複数個の分割鉄心部を接合して固定子鉄心を成形するのも面倒であり、また各分割鉄心部の径方向の寸法等を等しく成形するのも困難であった。

【0009】また、特開平9-103052号公報には、スロット内の導体占積率向上のために、ストレート形状の素鉄心に、ストレート形状に成形された巻線群を、スロット深さ方向に挿入し、後行程で素鉄心を円筒形状に曲げたものが開示されている。図38は、この工法で製造された固定子400の全体斜視図であり、巻線群の挿入は格段向上するものの、巻線群はスロット401間で周方向にストレートの渡り部を有するため、各スロット401から延出されるコイルエンド402の整列度が著しく悪く、コイルエンド402での径方向の寸法

拡大と導体間の短絡が生じていた。また、ストレート形状の素鉄心をそのまま円筒化するには、かなりの曲げ力が必要で、スプリングバックも強く、円筒後の接合面に隙間が生じ、出力や磁気騒音の悪化を起こす等の問題点もあった。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】日本特許第2927288号に記載された従来の車両用交流発電機では、多数の短尺の導体セグメント305を固定子鉄心301に挿入し、かつ、端部同士を溶接、半田付け等により接合しなければならず、著しく作業性が悪く、また端部同士の接合時に、半田垂れや溶接融けによる接合部間の短絡が頻発し、量産性が著しく悪い等の問題点があった。

【0011】また、特開平8-298756号公報の交流発電機では、仮決め治具等を用いて煩雑な作業が伴い、また、複数個の分割鉄心部を接合して固定子鉄心を成形するのも面倒であり、固定子の組立作業性が悪いという問題点があった。

【0012】また、特開平9-103052号公報に記載された車両用交流発電機では、各スロット401から延出されるコイルエンド402の整列度が著しく悪く、コイルエンド402での径方向の寸法拡大と導体間の短絡が生じ易く、またストレート形状の素鉄心をそのまま円筒化するには、かなりの曲げ力が必要で、スプリングバックも強く、円筒後の接合面に隙間が生じ、出力や磁気騒音の悪化を起こす等の問題点もあった。

【0013】この発明は、かかる問題点を解決することを課題とするものであって、組立作業性が大幅に向上升し、量産性が可能な交流発電機の製造方法を得ることを目的とする。

【0014】

【課題を解決するための手段】この発明の請求項1に係る交流発電機の製造方法では、スロットに入る直線部を有するように素線を折り曲げ形成して巻線アッセンブリを作製する工程と、前記スロットが形成された板状磁性部材を積層して素鉄心を形成する工程と、前記素鉄心に前記巻線アッセンブリを重ね、かつ前記スロットに前記直線部が入るように押圧する工程と、前記素鉄心を円筒状に曲げ、素鉄心の両端面を当接、溶接して前記固定子鉄心を形成する工程とを含む。

【0015】この発明の請求項2に係る交流発電機の製造方法では、スロットに入る直線部を有するように素線を折り曲げ形成して巻線アッセンブリを作製する工程と、前記スロットが形成された板状磁性部材を積層して素鉄心を形成する工程と、前記素鉄心に前記巻線アッセンブリを重ね、かつ前記スロットに前記直線部が入るように押圧する工程と、前記素鉄心を円筒状に曲げて前記内周鉄心部を成形する工程と、前記内周鉄心部に前記外周鉄心部を嵌着する工程とを含む。

【0016】この発明の請求項3に係る交流発電機の製

造方法では、巻線アッセンブリは平板状である。

【0017】この発明の請求項4に係る交流発電機の製造方法では、巻線アッセンブリは熱軟化処理されている。

【0018】この発明の請求項5に係る交流発電機の製造方法では、素鉄心の長手方向の両端部は、素鉄心を円筒状に曲げたときに真円度が得られるように、予め曲げ成形されている。

【0019】この発明の請求項6に係る交流発電機の製造方法では、素鉄心のスロットの開口部の幅寸法は、曲げ成形前では巻線アッセンブリの直線部の幅寸法よりも大きく、曲げ成形後には巻線アッセンブリの直線部の幅寸法よりも小さい。

【0020】この発明の請求項7に係る交流発電機の製造方法では、素鉄心と巻線アッセンブリとを一体化した後、素鉄心のスロットを区画するティースの先端部を押圧、塑性変形させて、スロットの開口部の幅寸法を小さくする。

【0021】この発明の請求項8に係る交流発電機の製造方法では、素線の断面がほぼ矩形状である。

【0022】この発明の請求項9に係る交流発電機の製造方法では、素線の断面がほぼ円形状である。

【0023】この発明の請求項10に係る交流発電機の製造方法では、巻線アッセンブリの直線部はスロット内で径方向に複数層に配列されている。

【0024】この発明の請求項11に係る交流発電機の製造方法では、巻線アッセンブリの直線部はスロットの底面にほぼ当接し、スロット内の内径側では隙間を有している。

【0025】

【発明の実施の形態】実施の形態1. 図1はこの発明の実施の形態1に係る車両用交流発電機の構成を示す断面図、図2はこの車両用交流発電機の固定子を示す斜視図、図3はこの車両用交流発電機における固定子巻線の1相分の結線状態を説明する正断面図、図4はこの車両用交流発電機の回路図、図5は図1の固定子鉄心の正断面図である。なお、図2での口出し線および渡り結線は省略されている。

【0026】この交流発電機は、アルミニウム製のプロントブラケット1およびリヤブラケット2から構成されたケース3と、このケース3内に設けられ一端部にブリ4が固定されたシャフト6と、このシャフト6に固定されたランデル型の回転子7と、回転子7の両側面に固定されたファン5と、ケース3の内壁面に固定された固定子8と、シャフト6の他端部に固定され回転子7に電流を供給するスリップリング9と、スリップリング9に摺動する一对のブラシ10と、このブラシ10を収納したブラシホルダ11と、固定子8に電気的に接続され固定子8で生じた交流を直流に整流する整流器12と、ブラシホルダ11に嵌着されたヒートシンク17と、この

ヒートシンク 17に接着され固定子 8で生じた交流電圧の大きさを調整するレギュレータ 18とを備えている。

【0027】回転子 7は、電流を流して磁束を発生する回転子コイル 13と、この回転子コイル 13を覆って設けられその磁束によって磁極が形成される一対のポールコア 20、21とから構成されている。一対のポールコア体 20、21は、鉄製で、それぞれ8つの爪状磁極 22、23が外周縁に周方向に等角ピッチで、かつかみ合うように対向してシャフト 6に固着されている。

【0028】固定子 8は、軸方向に延びるスロット 15aが周方向に所定ピッチで複数形成された円筒状の積層鉄心からなる固定子鉄心 15と、固定子鉄心 15に巻装された固定子巻線 16と、各スロット 15a内に装着されて固定子巻線 16と固定子鉄心 15とを電気的に絶縁するインシュレータ 19とを備えている。この固定子鉄心 15は、積層構造の内周鉄心部 85と外周鉄心部 86とから構成されている。内周鉄心部 85のコアパックの寸法は1mmで、外周鉄心部 86のコアパックの寸法は2.6mmである。固定子巻線 16は、1本の素線 30が、固定子鉄心 15の端面側のスロット 15a外で折り返されて、所定スロット数毎にスロット 15a内でスロット深さ方向に内層と外層とを交互に採るように波巻きされて巻装された巻線を複数備えている。ここでは、固定子鉄心 15には、回転子 7の磁極数(16)に対応して、3相固定子巻線 160を2組収容するように、96のスロット 15aが等間隔に形成されている。また、素線 30には、例えば絶縁被覆されたほぼ矩形状の断面を有する長尺の銅線材が用いられる。

【0029】また、フロントプラケット 1およびリヤプラケット 2の軸方向の端面には、吸気孔 1a、2aが形成され、排気孔 1b、2bがフロントプラケット 1およびリヤプラケット 2の外周両肩部に固定子巻線 16のフロント側およびリヤ側のターン部 16a、16bの径向外側に対向して設けられている。

【0030】1相分の巻線群 161は、それぞれ1本の素線 30からなる第1乃至第4の巻線 31~34から構成されている。そして、第1巻線 31は、1本の素線 30を、スロット番号の1番から91番まで6スロットおきに、スロット 15a内の外周側から1番目の位置と外周側から2番目の位置とを交互に採るように波巻きして構成されている。第2巻線 32は、素線 30を、スロット番号の1番から91番まで6スロットおきに、スロット 15a内の外周側から2番目の位置と外周側から1番目の位置とを交互に採るように波巻きして構成されている。第3巻線 33は、素線 30を、スロット番号の1番から91番まで6スロットおきに、スロット 15a内の外周側から3番目の位置と外周側から4番目の位置とを交互に採るように波巻きして構成されている。第4巻線 34は、素線 30を、スロット番号の1番から91番まで6スロットおきに、スロット 15a内の外周側から4

番目の位置と外周側から3番目の位置とを交互に採るように波巻きして構成されている。そして、各スロット 15a内には、素線 30が長方形断面の長手方向を径方向に揃えて径方向に1列に4本並んで配列されている。

【0031】そして、固定子鉄心 15の一端側において、スロット番号の1番から延出する第1巻線 31の端部 31aと、スロット番号の91番から延出する第3巻線 33の端部 33bとが接合され、さらにスロット番号の1番から延出する第3巻線 33の端部 33aと、スロット番号の91番から延出する第1巻線 31の端部 31bとが接合されて、2ターンの巻線が形成されている。また、固定子鉄心 15の他端側において、スロット番号の1番から延出する第2巻線 32の端部 32aと、スロット番号の91番から延出する第4巻線 34の端部 34bとが接合され、さらにスロット番号の1番から延出する第4巻線 34の端部 34aと、スロット番号の91番から延出する第2巻線 32の端部 32bとが接合されて、2ターンの巻線が形成されている。

【0032】さらに、スロット番号の61番と67番とから固定子鉄心 15の一端側に延出する第2巻線 32の素線 30の部分が切断され、スロット番号の67番と73番とから固定子鉄心 15の一端側に延出する第1巻線 31の素線 30の部分が切断される。そして、第1巻線 31の切断端 31cと第2巻線 32の切断端 32cとが接合されて、第1乃至第4巻線 31~34を直列接続してなる4ターンの1相分の巻線群 161が形成されている。なお、第1巻線 31の切断端 31cと第2巻線 32の切断端 32cとの接合部が渡り結線接続部となり、第1巻線 31の切断端 31dと第2巻線 32の切断端 32dとがそれぞれ口出し線(O)および中性点(N)となる。

【0033】同様にして、素線 30が巻装されるスロット 15aを1つづつずらして6相分の巻線群 161が形成されている。そして、巻線群 161が3相分づつ星型結線されて2組の3相固定子巻線 160を形成し、各3相固定子巻線 160がそれぞれ整流器 12に接続されている。各整流器 12の直流出力は並列に接続されて合成される。

【0034】このように構成された車両用交流発電機では、電流がバッテリ(図示せず)からブランシ 10およびスリップリング 9を介して回転子コイル 13に供給され、磁束が発生される。この磁束により、一方のポールコア 20の爪状磁極 22がN極に着磁され、他方のポールコア 21の爪状磁極 23がS極に着磁される。一方、エンジンの回転トルクがベルトおよびブーリ 4を介してシャフト 6に伝達され、回転子 7が回転される。そこで、固定子巻線 16に回転磁界が与えられ、固定子巻線 16に起電力が発生する。この交流の起電力が整流器 12を通して直流に整流されるとともに、その大きさがレギュレータ 18により調整され、バッテリに充電され

る。

【0035】そして、リヤ側においては、ファン5の回転により、外気が整流器12のヒートシンクおよびレギュレータ18のヒートシンク17にそれぞれ対向して設けられた吸気孔2aを通じて吸い込まれ、シャフト6の軸に沿って流れ整流器12およびレギュレータ18を冷却し、その後ファン5により遠心方向に曲げられて固定子巻線16のリヤ側のターン部16bを冷却し、排気孔2bより外部に排出される。一方、フロント側においては、ファン5の回転により、外気が吸気孔1aから軸方向に吸い込まれ、その後ファン5により遠心方向に曲げられて固定子巻線16のフロント側のターン部16aを冷却し、排気孔1bより外部に排出される。

【0036】次に、上記構成の固定子8の製造方法について説明する。図6および図7は固定子巻線16を構成する巻線群161の製造工程を説明する図である。図8は図2の固定子巻線16を構成する内層側の巻線アッセンブリを示す図であり、図8(a)はその側面図、図8(b)はその平面図である。図9は固定子巻線16を構成する外層側の巻線アッセンブリを示す図であり、図9(a)はその側面図、図9(b)はその平面図である。図10は図2の固定子巻線16を構成する素線の要部を示す斜視図である。

【0037】先ず、図6に示されるように、12本の長尺の素線30を同時に同一平面上で雷状に折り曲げ形成する。ついで、図7に矢印で示されるように、直角方向に治具にて折り疊んでゆき、図8に示される巻線アッセンブリ35Aを作製する。さらに、同様にして、図9に示されるように、渡り結線および口出し線を有する巻線アッセンブリ35Bを作製する。なお、各素線30は、図10に示されるように、ターン部30aで連結された直線部30bが6スロットピッチ(6P)で配列された平面状パターンに折り曲げ形成されている。そして、隣り合う直線部30bが、ターン部30aにより、素線30の幅(W)分ずらされている。巻線アッセンブリ35A、35Bは、このようなパターンに形成された2本の素線30を図11に示されるように6スロットピッチずらして直線部30bを重ねて配列された素線対が1スロットピッチずらして6対配列されて構成されている。そして、素線30の端部が巻線アッセンブリ35A、35Bの両端の両側に6本づつ延出されている。また、ターン部30aが巻線アッセンブリ35A、35Bの両側部に整列されて配列されている。また、巻線アッセンブリ35A、35Bは、成形の際の曲げ加工硬化によって、その硬度が高くなっているので、後工程での成形をし易くするために、300°C×10分間の熱軟化処理がなされている。

【0038】また、図12ないし図14に示すように、開口部に向かって拡大した台形形状のスロット36aが所定のピッチ(電気角で30°)で形成された板状磁性

部材であるSPCC材を所定枚数積層し、その外周部をレーザ溶接して、直方体の素鉄心36を作製する。なお、素鉄心36の曲げ変形の際には、SPCC材の歪み変形に起因して素鉄心36の両面36A、36Bには波状の変形が生じ易いが、この実施の形態では、複数箇所で軸線方向に延びた溶接部75で複数のSPCC材は固く一体化され、素鉄心36の剛性が高くなっている。波状変形は抑制される。なお、この溶接部75は、等分間隔でなく、また軸線方向で分断されていてもよい。

【0039】なお、図15は素鉄心36の両面にSPCC材よりも剛性の高い端板36eを設けた例である。この端板36eは、素鉄心36を構成するSPCC材と同じ形状で、その厚さEはSPCC材の厚さTよりも大きく、剛性が高くなっている。この例のように、素鉄心36の両面に剛性の高い端板36eを設けることで、素鉄心36の曲げ変形の際には、SPCC材の歪み変形に起因して素鉄心36の両面36A、36Bに波状の変形を抑制するようにしてもよい。

【0040】そして、図16(a)に示されるように、20 带状の素インシュレータ72を素鉄心36のスロット36aに載置し、その後図16(b)ないし図16(d)に示すようにし、2つの巻線アッセンブリ35A、35Bの各直線部30bを各スロット36a内に押し入れる。その押入後、スロット36a間の素インシュレータ72のつなぎ部72aを切断し、これによりインシュレータ19が形成され、2つの巻線アッセンブリ35A、35Bの直線部30bは、インシュレータ19により素鉄心36と絶縁されてスロット36a内に4本並んで収納される。図17は、このときの全体正面図である。

【0041】次に、図18(a)、(b)に示すように、巻線アッセンブリ35A、35Bが挿入された帯状の素鉄心36を円筒状に丸め、その端面同士を当接、溶接して突合させ部77を形成して、図18(c)に示されるように、円筒状の固定子鉄心15の内周鉄心部85を得る。図19および図20から分かるように、スロット15aの開口部15bの幅t2はスロット36aの開口部の幅t1よりも大きい。なお、直線状の素鉄心36を曲げ変形する前に、図18(b)に示すように、予め素鉄心36の両端部のみを曲げ加工しているので、素鉄心36の端面同士を当接した際に、突合させ部77の近傍も含めた良好な真円度の内周鉄心部85が得られる。また、帯状の素鉄心36の円筒状に丸め易くするためには、各スロット36aのコアバック部に切り込み部36fが形成されている。なお、この隙間は円筒状に変形された後では当接してなくなる。

【0042】また、図21に示すように、素鉄心36のスロット36aは開口部に向かって拡大した台形形状であり、その開口部の幅t1は、2つの巻線アッセンブリ35A、35Bの各直線部30bの幅t3よりも大きい50 ので、各スロット36a内に、ティース先端に干渉され

ることなく、円滑に押し入れられる。また、固定子鉄心15のスロット15a（内周鉄心部85のスロット15aでもある。）内の周方向の幅寸法は、直線部30bの寸法とほぼ同一であるので、素鉄心36の曲げ変形の際には、ティース51と直線部30bとが互いに押圧して変形するようなことは防止される。

【0043】その後、図22、図23に示すように、内周鉄心部85に外周鉄心部86を圧入して固定子鉄心15の剛性を高めている。この場合、外周鉄心部86の圧入前の内周鉄心部85の外径寸法（このときには、突合わせ部77には空隙がある。）は、外周鉄心部86の内径寸法よりも若干大きくなっている。外周鉄心部86の圧入時に、内周鉄心部85の形状は外周鉄心部86で規制され、内周鉄心部85の真円度を高めることができる。その後、図3に示される結線方法に基づいて、各素線30の端部同士を結線して固定子巻線16を形成して、固定子8の製造は完了する。

【0044】なお、図24および図25に示すように、素鉄心36と巻線アッセンブリ35A、35Bとを一体化した後、素鉄心36のスロット36aを区画するティース51の先端部を押圧、塑性変形させて、スロット36の開口部36aの幅寸法を小さくするようにしてもよい。

【0045】上記の車両用交流発電機では、2つの平板状の巻線アッセンブリ35A、35Bの直線部30bを素鉄心36のスロット36a内に収納した状態で帯状の素鉄心36を円筒状に丸め、その端面同士を当接させて溶接しており、多数の導体セグメント305を1本ずつスロットに挿入する従来技術に比べて、固定子8の組立作業性が大幅に向かう。また、巻線アッセンブリ35A、35Bがスロット15a毎にスロット深さ方向に内層と外層とが交互に採るように巻装されているので、コイルエンドのターン部が干渉なく整然と配列されており、帯状の素鉄心36を円筒状に丸めても、コイルの干渉、短絡は生じない。

【0046】また、巻線アッセンブリ35A、35Bは、予め熱軟化処理が施されているので、素鉄心36を円筒状に丸める際に、大きな変形力を必要とせず、容易に成形できる。また、帯状の素鉄心36の状態で巻線アッセンブリ35A、35Bをスロット15a内に深さ方向に押圧して一括挿入後、丸める製造工程を採用することで、挿入時の素鉄心36の開口部は素線30の幅よりも大きく、円筒状の成形後には小さくなるため、巻線の挿入性の向上と固定子8において巻線の内径側への突出が防止される。また、ティース51の先端部を押圧、塑性変形させて、スロット36の開口部36aの幅寸法をさらに小さくすることで、出力向上、干渉音による風騒音の低減となる。

【0047】固定子巻線16を構成する第1乃至第4巻線31～34はそれぞれ1本の素線30（連続線）によ

り作製されているので、従来の固定子300のように、多数の短尺の導体セグメント305を固定子鉄心301に挿入し、かつ、端部305b同士を溶接、半田付け等により接合する必要がなく、固定子8の生産性を著しく向上させることができる。また、発電機の性能的には、以下のような効果もある。つまり、コイルエンドが素線30のターン部30aで構成されるので、ターン部16a、16bにおける接合箇所は第1乃至第4巻線31～34の端部同士の接合部および渡り結線接合部のみとなり、接合力所が著しく削減される。これにより、接合による絶縁被膜の消失に伴う短絡事故の発生が抑えられるので、優れた絶縁性が得られる。また、溶接による導体の軟化がなく、固定子としての剛性が高くなり、磁気騒音を低減できる。

【0048】また、ターン部16a、16bは、ターン部30aを周方向に互いに干渉することなく整然と配列して構成されている。これにより、導体セグメント305の端部同士を接合している従来のターン部に比べて、ターン部の固定子鉄心15の端面からの延出高さを低くできる。これにより、ターン部16a、16bにおける通風抵抗が小さくなり、回転子7の回転に起因する風音を低減させることができる。また、コイルエンドのコイルの漏れリアクタンスが減少し、出力・効率が向上する。

【0049】また、4本の素線30がスロット15a内に径方向に1列に配列され、ターン部30aが周方向に2列に並んで配列されている。これにより、ターン部16a、16bを構成するターン部30aがそれぞれ径方向に2列に分散されるので、ターン部16a、16bの固定子鉄心15の端面からの延出高さを低くできる。その結果、ターン部16a、16bにおける通風抵抗が小さくなり、回転子7の回転に起因する風音を低減させることができる。

【0050】また、素線30のターン部30aで連結された直線部30bが矩形状断面で形成されているので、直線部30bをスロット15a内に収容したときに、直線部30bの断面形状がスロット形状に沿った形状となっている。これにより、固定子鉄心15の固定子巻線16への挿入性が向上するとともに、スロット15a内における素線30の占積率を高めることが容易になり、固定子巻線16の抵抗値を低く抑えることができるとともに、素線30から固定子鉄心15への伝熱を向上させることができ、固定子巻線16の温度上昇を低減することができる。

【0051】なお、実施の形態1については、内周鉄心部と外周鉄心部とを焼きバメにより一体化するものでもよい。また、外周鉄心部はパイプ形状のものでもよいし、板状磁性部材をスパイラル状に巻回した積層構造のものでもよい。

【0052】実施の形態2、図26はこの発明の実施の

形態2の固定子鉄心100の正断面図である。実施の形態1では、固定子鉄心15は、内周鉄心部85と、外周鉄心部86の2部材で構成されたが、この実施の形態では、固定子鉄心100は、一部材で構成されている。実施の形態1では内周鉄心部85のコアパックの寸法は1mm、外周鉄心部86の厚さは2.6mmであるのに対して、この固定子鉄心100のコアパックの寸法は3.6mmと厚みが剛性が高くなり、円筒状の曲げ加工に大きな力を必要とすることになるが、素鉄心のスロットの底面に切り欠き部87を形成することで、曲げ加工を容易にしている。また、実施の形態1に述べた内周鉄心部に外周鉄心部を圧入する工程を必要としない。

【0053】実施の形態3、図27はこの発明の実施の形態3の固定子200の斜視図、図28及び図29はこの固定子200における固定子巻線の製造方法を説明する説明図、図30は固定子200における固定子巻線の製造途中の巻線アッセンブリ205の正面図である。この実施の形態3では、固定子鉄心100に巻装された固定子巻線206は、断面形状が円形の素線201により所定ピッチ離れたスロット36aの深さ方向に内・外層として1ターンを形成する第1巻線と、この第1巻線と電気角で180度ずれて反転巻装された第2巻線がそれぞれ結線され2層の巻線アッセンブリ205を形成している。そして、この巻線アッセンブリ205が固定子鉄心100に3組挿入され、それぞれが結線されて6層となり、毎極毎相2個のスロット36aを有する各相が電気角で120°位相差のある3相固定子巻線を形成している。

【0054】次に、上記巻線アッセンブリ205の製造方法について説明する。まず、12本の素線201が平面上に1スロットピッチに並べられる。次に、図28に示されるように、12本の素線201と一緒に所定ピッチ(2点鎖線の位置)で折り返し、12本の素線201が螺旋状に屈曲された帯状の巻線ユニット202を形成する。そして、巻線ユニット202の幅方向に関して距離L離れた位置において、一対の複数のピン203を巻線ユニット202の表面側から各素線201間に挿入する。同様に、巻線ユニット202の幅方向に関して距離L離れた位置において、一対の複数のピン203を巻線ユニット202の裏面側から各素線201間に挿入する。さらに、巻線ユニット202の幅方向端部において、位置規制ピン204を各素線201間に挿入する。このようにして、複数のピン203、204が図29に示されるように、セットされる。ここで、距離Lはスロット36aの軸線方向長さ(固定子200の軸線方向の寸法)に略一致している。

【0055】そこで、巻線ユニット202の表面側から各素線201間に挿入され対向した複数のピン203が、図29において実線矢印で示されるように、巻線ユニット202の長さ方向で互いに逆方向に移動される。

同様に、巻線ユニット202の裏面側から素線201間に挿入され対向した複数のピン203が、図29において点線矢印で示されるように、巻線ユニット202の長さ方向で互いに逆方向に移動される。この時、位置規制ピン204が各素線201間に挿入されているので、素線201がバラバラとなることが阻止される。

【0056】これにより、対向した複数のピン203間に位置する各素線201の部位が巻線ユニット202の長さ方向に対して直交するように変形され、スロット310内に収納される直線部201bとなる。そして、また、一対のピン203の両外側に位置する各素線201の部位が6スロット離れた直線部201b間を連結するターン部201aとなる。これにより、図30に示される巻線アッセンブリ205が作製される。

【0057】固定子200のその後の製造工程は、実施の形態1及び2と同様であり、その説明は省略する。但し、この実施の形態3では、図31ないし図33に示すように、3つの巻線アッセンブリ205の各直線部201bが各スロット207a内に押し入れられ、6本の直線部201bがインシュレータ19により素鉄心207と絶縁されてスロット207a内に並んで収納される。また、直線部201bは、スロット207aの底面にほぼ当接し、スロット207a内の内径側では、ティース207bの先端部の肩部207cとの間で隙間Aを有している。

【0058】この実施の形態3では、スロット207aに挿入される素線201の断面は略円形状であるので、素線201の屈曲変形が容易であり、巻線アッセンブリ205が簡単に形成される。素線の断面が矩形状であるときには、直線部に捻れがあると、直線部をスロットに挿入時にティースの先端部と接触して絶縁皮膜が破損して素線が絶縁不良を起こすことがあったが、この実施の形態3の素線201では、工程中における素線201の接触による絶縁皮膜の破損頻度が減少し、管理工数が低減される。

【0059】また、素線の断面が矩形状であるときには、巻線アッセンブリの成形時において、巻線アッセンブリのターン部の頂部が局所的に延びて絶縁皮膜が剥離して絶縁不良が生じ、その部位から腐食することがあったが、素線201の断面を円形状にしたことで、皮膜剥離の発生頻度が減少し、素線201の絶縁性が向上する。

【0060】また、素線の断面が矩形状であるときには、素線の端部同士を結線して固定子巻線を形成する時には端部同士が接触し、また発電機の駆動時の振動等により、素線のターン部同士が接触して絶縁皮膜が剥離して絶縁不良が生じるが、素線201の断面に角部がなく円形状であるので、皮膜剥離の発生頻度が減少し、素線201の絶縁性が向上する。

【0061】また、素線の端部同士を結線する場合に

は、その絶縁皮膜を剥離する必要があるが、その場合、素線の断面が矩形状であるときには4面別工程で剥離する、もしくは円形断面に成形して剥離する、という工程が必要であるため工数が増えてしまうという問題点があったが、素線201の断面を円形状にしたことで、そのような工程が不要となり、また絶縁皮膜の機械剥離が簡単である。

【0062】また、素線の断面が矩形状であるときには、素線のターン部間を冷却風が通過する際に、そのエッジで風きり音が発生するが、素線201の断面を円形状にしたこと、ターン部201aを通風する冷却風が滑らかに流れため、風音が低減する。

【0063】また、この実施の形態3では、直線部201bはスロット207aの底面に当接し、スロット207a内の最内径側の直線部201bとティース207bの先端部との間では隙間Aを有している。そのため、素鉄心207の各スロット207a内に素線201の直線部201bを押し込んだ際に、素線201のスプリングバックで内径側に素線201が移動するものの、素鉄心207を曲げ成形する際の、ティース207bの先端部と素鉄心207との接触が防止でき、素線201の絶縁不良が大幅に減少する。

【0064】また、回転子7の外周面及びファン5の外径からスロット207a内の最内径側の素線201との間の距離がそれだけ離れているので、ファン5で生じた冷却風の抵抗が小さくなり、風音が減少する。また、スロット207aの内径側に隙間Aがあるため、冷却風が隙間Aまで侵入し、またスロット207a内の最外径側の素線201がその底面に接触しているので、固定子巻線206の冷却性が向上する。

【0065】なお、この実施の形態3では、波巻の巻線アッセンブリ205を3ユニット使用して、1相当たり6ターンの直列巻線構造を形成したが、3ターンの並列巻線構造を形成することも可能である。また、巻線アッセンブリ205数を例えば4ユニット、5ユニットと増やすことで1相当たりのターン数を増加できるのは勿論である。

【0066】また、発電機の特性上から、スロット数が多数となり、またスロットの開口部のピッチが異なることに起因してティースの周方向の寸法が小さくなる場合がある。このような場合、固定子鉄心が円筒形状の状態で巻線をスロット内に装着するときには、ティースには周方向に大きな荷重が加わり、ティースが変形し易いが、上記各実施の形態では荷重負荷が軽減され、ティースの変形は抑制される。

【0067】また、各実施の形態では、毎極毎相当たりのスロット数が2の場合であるので12本の素線を用いて巻線アッセンブリを作製したが、毎極毎相当たりのスロット数が1もしくは3以上の場合にも適用でき、巻線アッセンブリを構成する素線の本数は毎極毎相当たりの

スロット数に合わせて適宜選択すればよい。

【0068】

【発明の効果】以上説明したように、この発明の請求項1に係る交流発電機の製造方法によれば、回転周方向に沿ってNS極を交互に形成する回転子と、この回転子を囲った固定子鉄心およびこの固定子鉄心に装着された固定子巻線を有する固定子とを備え、前記固定子鉄心は軸線方向に延びたスロットが周方向に所定ピッチで複数形成され、前記固定子巻線は、長尺の素線が、前記固定子鉄心の端面側の前記スロット外で折り返されて、所定スロット数毎に前記スロット内でスロット深さ方向に内層と外層とが交互に採るように巻装された巻線を複数有している交流発電機の製造方法であって、スロットに入る直線部を有するように素線を折り曲げ形成して巻線アッセンブリを作製する工程と、前記スロットが形成された板状磁性部材を積層して素鉄心を形成する工程と、前記素鉄心に前記巻線アッセンブリを重ね、かつ前記スロットに前記直線部が入るように押圧する工程と、前記素鉄心を円筒状に曲げ、素鉄心の両端面を当接、して前記固定子鉄心を形成する工程とを含み、巻線アッセンブリの一方向の移動で、巻線アッセンブリと素鉄心とが一体化され、また巻線は長尺の素線の連続巻きで形成されるので、コイルエンドの整列度等が高い固定子の製造作業が大幅に簡略化され、量産性が可能となる。

【0069】また、この発明の請求項2に係る交流発電機の製造方法によれば、回転周方向に沿ってNS極を交互に形成する回転子と、この回転子を囲った固定子鉄心およびこの固定子鉄心に装着された固定子巻線を有する固定子とを備え、前記固定子鉄心は軸線方向に延びたスロットが周方向に所定ピッチで複数形成され、前記固定子巻線は、長尺の素線が、前記固定子鉄心の端面側の前記スロット外で折り返されて、所定スロット数毎に前記スロット内でスロット深さ方向に内層と外層とが交互に採るように巻装された巻線を複数有している交流発電機の製造方法であって、スロットに入る直線部を有するように素線を折り曲げ形成して巻線アッセンブリを作製する工程と、前記スロットが形成された板状磁性部材を積層して素鉄心を形成する工程と、前記素鉄心に前記巻線アッセンブリを重ね、かつ前記スロットに前記直線部が入るように押圧する工程と、前記素鉄心を円筒状に曲げて前記内周鉄心部を成形する工程と、前記内周鉄心部に前記外周鉄心部を嵌着する工程とを含み、巻線アッセンブリの一方向の移動で内周鉄心部の素鉄心と一体化でき、また巻線は長尺の素線の連続巻きで形成されるので、コイルエンドの整列度等が高い固定子の製造作業が大幅に簡略化され、量産性が可能となる。

【0070】また、この発明の請求項3に係る交流発電機の製造方法によれば、回転周方向に沿ってNS極を交互に形成する回転子と、この回転子を囲った固定子鉄心およびこの固定子鉄心に装着された固定子巻線を有する固定子とを備え、前記固定子鉄心は軸線方向に延びたスロットが周方向に所定ピッチで複数形成され、前記固定子巻線は、長尺の素線が、前記固定子鉄心の端面側の前記スロット外で折り返されて、所定スロット数毎に前記スロット内でスロット深さ方向に内層と外層とが交互に採るように巻装された巻線を複数有している交流発電機の製造方法であって、スロットに入る直線部を有するように素線を折り曲げ形成して巻線アッセンブリを作製する工程と、前記スロットが形成された板状磁性部材を積層して素鉄心を形成する工程と、前記素鉄心に前記巻線アッセンブリを重ね、かつ前記スロットに前記直線部が入るように押圧する工程と、前記素鉄心を円筒状に曲げて前記内周鉄心部を成形する工程と、前記内周鉄心部に前記外周鉄心部を嵌着する工程とを含み、巻線アッセンブリの一方向の移動で内周鉄心部の素鉄心と一体化でき、また巻線は長尺の素線の連続巻きで形成されるので、コイルエンドの整列度等が高い固定子の製造作業が大幅に簡略化され、量産性が可能となる。

【0071】また、この発明の請求項4に係る交流発電機の製造方法によれば、回転周方向に沿ってNS極を交互に形成する回転子と、この回転子を囲った固定子鉄心およびこの固定子鉄心に装着された固定子巻線を有する固定子とを備え、前記固定子鉄心は軸線方向に延びたスロットが周方向に所定ピッチで複数形成され、前記固定子巻線は、長尺の素線が、前記固定子鉄心の端面側の前記スロット外で折り返されて、所定スロット数毎に前記スロット内でスロット深さ方向に内層と外層とが交互に採るように巻装された巻線を複数有している交流発電機の製造方法であって、スロットに入る直線部を有するように素線を折り曲げ形成して巻線アッセンブリを作製する工程と、前記スロットが形成された板状磁性部材を積層して素鉄心を形成する工程と、前記素鉄心に前記巻線アッセンブリを重ね、かつ前記スロットに前記直線部が入るように押圧する工程と、前記素鉄心を円筒状に曲げて前記内周鉄心部を成形する工程と、前記内周鉄心部に前記外周鉄心部を嵌着する工程とを含み、巻線アッセンブリの一方向の移動で内周鉄心部の素鉄心と一体化でき、また巻線は長尺の素線の連続巻きで形成されるので、コイルエンドの整列度等が高い固定子の製造作業が大幅に簡略化され、量産性が可能となる。

【0072】また、この発明の請求項5に係る交流発電機の製造方法によれば、回転周方向に沿ってNS極を交互に形成する回転子と、この回転子を囲った固定子鉄心およびこの固定子鉄心に装着された固定子巻線を有する固定子とを備え、前記固定子鉄心は軸線方向に延びたスロットが周方向に所定ピッチで複数形成され、前記固定子巻線は、長尺の素線が、前記固定子鉄心の端面側の前記スロット外で折り返されて、所定スロット数毎に前記スロット内でスロット深さ方向に内層と外層とが交互に採るように巻装された巻線を複数有している交流発電機の製造方法であって、スロットに入る直線部を有するように素線を折り曲げ形成して巻線アッセンブリを作製する工程と、前記スロットが形成された板状磁性部材を積層して素鉄心を形成する工程と、前記素鉄心に前記巻線アッセンブリを重ね、かつ前記スロットに前記直線部が入るように押圧する工程と、前記素鉄心を円筒状に曲げて前記内周鉄心部を成形する工程と、前記内周鉄心部に前記外周鉄心部を嵌着する工程とを含み、巻線アッセンブリの一方向の移動で内周鉄心部の素鉄心と一体化でき、また巻線は長尺の素線の連続巻きで形成されるので、コイルエンドの整列度等が高い固定子の製造作業が大幅に簡略化され、量産性が可能となる。

【0073】また、この発明の請求項6に係る交流発電機の製造方法によれば、回転周方向に沿ってNS極を交互に形成する回転子と、この回転子を囲った固定子鉄心およびこの固定子鉄心に装着された固定子巻線を有する固定子とを備え、前記固定子鉄心は軸線方向に延びたスロットが周方向に所定ピッチで複数形成され、前記固定子巻線は、長尺の素線が、前記固定子鉄心の端面側の前記スロット外で折り返されて、所定スロット数毎に前記スロット内でスロット深さ方向に内層と外層とが交互に採るように巻装された巻線を複数有している交流発電機の製造方法であって、スロットに入る直線部を有するように素線を折り曲げ形成して巻線アッセンブリを作製する工程と、前記スロットが形成された板状磁性部材を積層して素鉄心を形成する工程と、前記素鉄心に前記巻線アッセンブリを重ね、かつ前記スロットに前記直線部が入るように押圧する工程と、前記素鉄心を円筒状に曲げて前記内周鉄心部を成形する工程と、前記内周鉄心部に前記外周鉄心部を嵌着する工程とを含み、巻線アッセンブリの一方向の移動で内周鉄心部の素鉄心と一体化でき、また巻線は長尺の素線の連続巻きで形成されるので、コイルエンドの整列度等が高い固定子の製造作業が大幅に簡略化され、量産性が可能となる。

【0070】また、この発明の請求項3に係る交流発電機の製造方法によれば、巻線アッセンブリは平板状であるので、巻線アッセンブリとの一体化の作業性がよく、またコンパクトで取り扱いが容易である。

【0071】また、この発明の請求項4に係る交流発電機の製造方法によれば、巻線アッセンブリは熱軟化処理されているので、素鉄心の曲げ加工負荷が低減される。

【0072】また、この発明の請求項5に係る交流発電機の製造方法によれば、素鉄心の両端部は、素鉄心を円筒状に曲げたときに真円度が得られるように、予め曲げ成形されているので、素鉄心を曲げ加工したときに、突合せ部近傍でも滑らかな曲面が得られる。

【0073】また、この発明の請求項6に係る交流発電機の製造方法によれば、素鉄心のスロットの開口部の幅寸法は、曲げ成形前では巻線アッセンブリの直線部の幅寸法よりも大きく、曲げ成形後には巻線アッセンブリの直線部の幅寸法よりも小さいので、ティースの先端部や素線を変形することなく、素線はスロット内に収まる。

【0074】また、この発明の請求項7に係る交流発電機の製造方法によれば、素鉄心と巻線アッセンブリとを一体化した後、素鉄心のスロットを区画するティースの先端部を押圧、塑性変形させて、スロットの開口部の幅寸法を小さくするので、スロットから素線が離脱することが防止され、また回転子と対向するティースの対向面が増大し、それだけ出力が向上し、また風騒音を低減することができる。

【0075】また、この発明の請求項8に係る交流発電機の製造方法によれば、素線の断面がほぼ矩形状であるので、スロット内の素線含有率を容易に上げることができ、固定子巻線の抵抗値を低く抑制することができ、固定子巻線の温度上昇を抑制することができる。また、素線の側面がスロットの壁面と面接触するので、熱伝導が促進され、固定子巻線の温度上昇をさらに抑制することができる。

【0076】また、この発明の請求項9に係る交流発電機の製造方法によれば、素線の断面がほぼ円形状であるので、素線の屈曲変形が容易であり、巻線アッセンブリが簡単に形成され、また、絶縁皮膜の剥離の発生頻度が減少し、素線の絶縁性が向上する。また、素線の端部同士を結線して固定子巻線を形成する時には端部同士が接触し、また発電機の駆動時の振動等により、素線のターン部同士が接触するものの、絶縁皮膜の剥離の発生頻度が減少し、素線の絶縁性が向上する。また、素線の端部同士を結線するときには、その端部の絶縁皮膜を剥離する必要があるが、その剥離作業も簡単となる。また、ターン部を通風する冷却風が滑らかに流れるので、風音が低減する。

【0077】また、この発明の請求項10に係る交流発電機の製造方法によれば、巻線アッセンブリの直線部はスロット内で径方向に複数層に配列されているので、巻

線アッセンブリを積層することで、簡単にスロット内の素線の層数を増加させることができる。

【0078】また、この発明の請求項11に係る交流発電機の製造方法によれば、巻線アッセンブリの直線部はスロットの底面にほぼ当接し、スロット内の内径側では直線部とティースの先端部の肩部との間で隙間を有しているので、素鉄心の曲げ加工時にティースの先端部と最内周側の素線との接触による素線の絶縁不良が低減する。また、例えば回転子の外周面との間、及び回転子の側面に固定されたファンの外径からスロット内の最内径側の素線との間の距離がそれだけ離れているので、ファンで生じた冷却風の抵抗が小さくなり、風音が減少する。また、スロットの内径側にある隙間に冷却風が侵入し、またスロット内の最外径側の素線の熱が固定子鉄心の底面を通じて固定子鉄心に伝導されるので、固定子巻線の冷却性が向上する。

【図面の簡単な説明】

【図1】 この発明の実施の形態1に係る車両用交流発電機の断面図である。

【図2】 図1の固定子の斜視図である。

【図3】 図1の固定子巻線の1相分の結線状態を説明する正面図である。

【図4】 図1の車両用交流発電機の回路図である。

【図5】 図1の固定子鉄心の断面図である。

【図6】 図1の車両用交流発電機に適用される固定子巻線を構成する巻線群の製造工程を説明する図である。

【図7】 図1の車両用交流発電機に適用される固定子巻線を構成する巻線群の製造工程を説明する図である。

【図8】 図1の車両用交流発電機に適用される固定子巻線を構成する内層側の巻線アッセンブリを示す図である。

【図9】 図1の車両用交流発電機に適用される固定子巻線を構成する外層側の巻線アッセンブリを示す図である。

【図10】 図1の車両用交流発電機に適用される固定子巻線を構成する素線の要部を示す斜視図である。

【図11】 図1の車両用交流発電機に適用される固定子巻線を構成する素線の配列を説明する図である。

【図12】 素鉄心の分解斜視図である。

【図13】 図5の内周鉄心部の曲げ変形前の素鉄心の斜視図である。

【図14】 素鉄心に溶接部が形成された様子を示す図である。

【図15】 素鉄心の上下面にそれぞれ端板が設けられた例を示す斜視図である。

【図16】 (a)、(b)、(c)、(d)および(e)は図14の素鉄心に巻線が挿入される手順を説明した図である。

【図17】 図1の固定子巻線を構成する巻線アッセンブリの素鉄心への装着状態を示す平面図である。

【図18】 (a)、(b)、(c)は図5の内周鉄心部の曲げ加工を説明するための図である。

[図19] 図18(a)の要部拡大図である。

〔図20〕 図18(c)の要部拡大図である。

【図21】 素線の幅と素鉄心のスロットの開口部の幅との関係を示す図である。

【図22】 図5の内周鉄心部に外周鉄心部が嵌着される様子を示す図である。

【図23】 内周鉄心部に外周鉄心部が嵌着されたときの図である。

【図24】 素鉄心の変形例を示す図である。

【図25】 図24の素鉄心のティース先端部が塑性変形した後の図である

【図26】この発明の実施の形態2に係る車両用交流発電機に適用される固定子鉄心の断面図である。

【図27】この発明の実施の形態3に係る車両用交流発電機に適用される固定子の斜視図である。

【図28】 図27の固定子における固定子巻線の製造方法を説明する説明図である

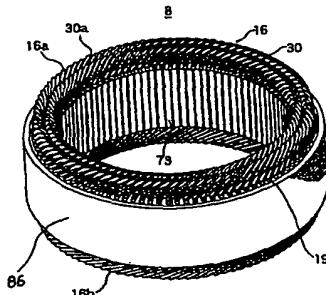
【図29】 図27の固定子における固定子巻線の製造方法を説明する説明図である。

【図30】 図27の固定子における固定子巻線の製造途中の巻線アッセンブリの正面図である。

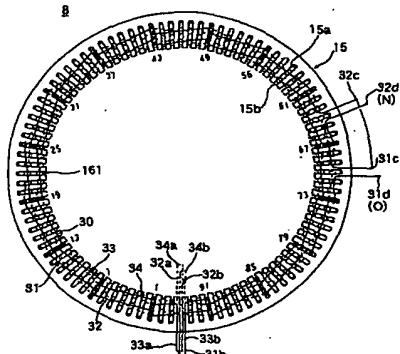
【図31】 素鉄心に巻線アッセンブリが挿入される様子を示す図である。

[図2]

[図2]

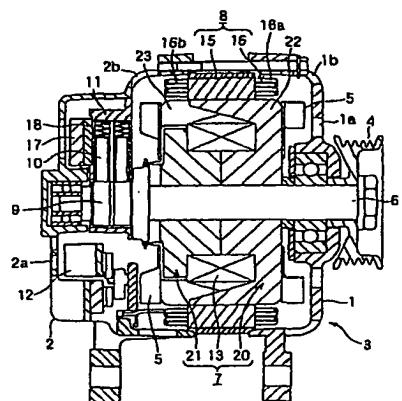


(3)



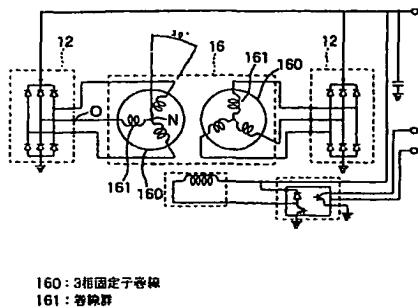
31 : 第1卷
32 : 第2卷
33 : 第3卷
34 : 第4卷

【図1】

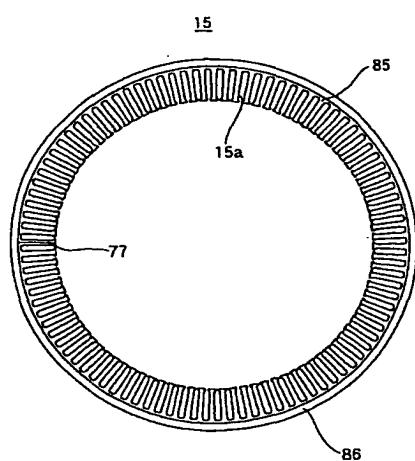
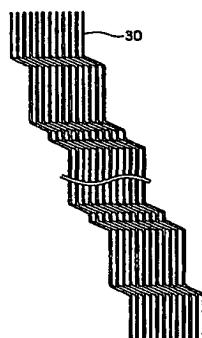


1: フロントブラケット
2: リヤブラケット
7: 回転子
8: 固定子
15: 固定子鉄心
16: 固定子巻線
16a: フロント側のターン部
16b: リヤ側のターン部

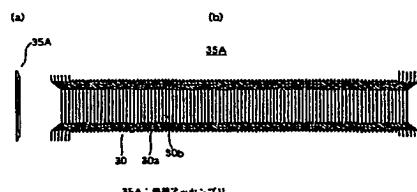
【図4】



【図5】

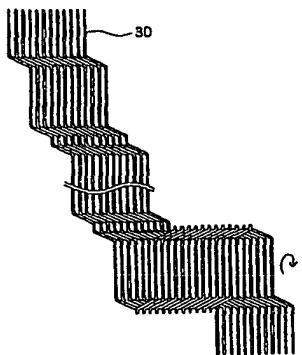


【図8】

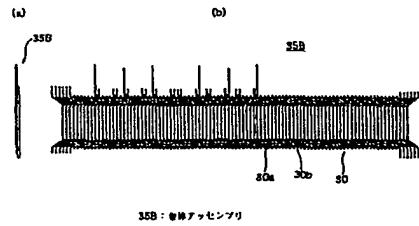


35A: 固定巻線アッセンブリ

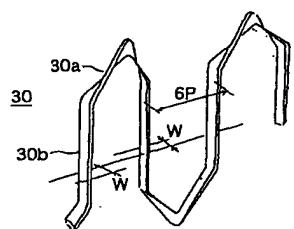
【図7】



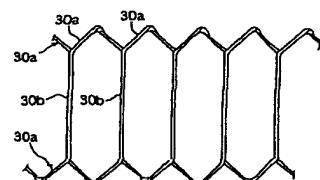
【図9】



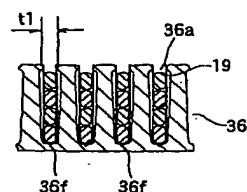
【図10】



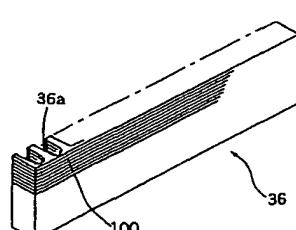
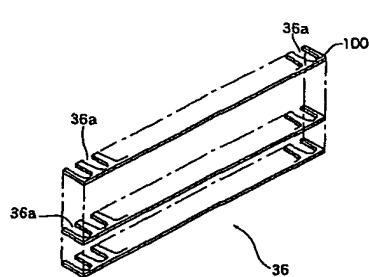
【図11】



【図19】

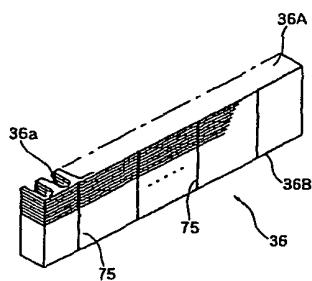


【図12】

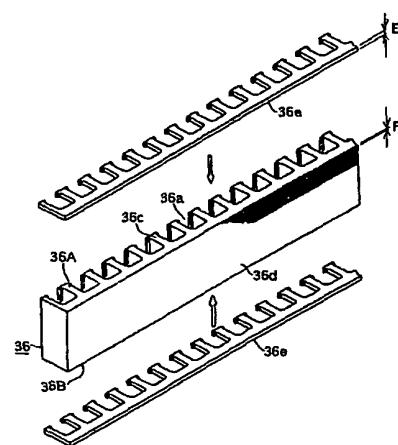


【図13】

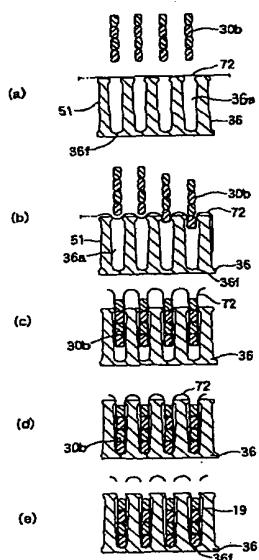
【図14】



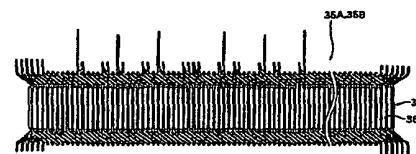
【図15】



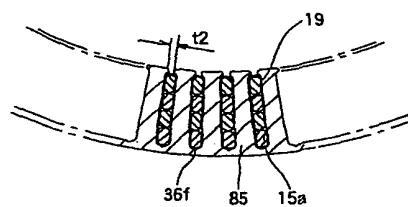
【図16】



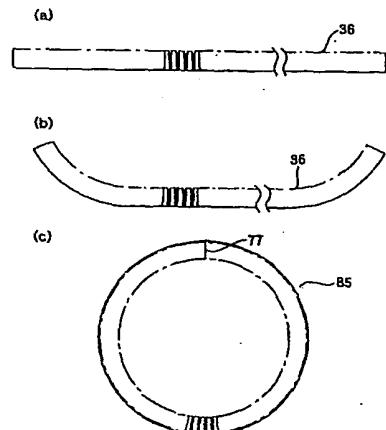
【図17】



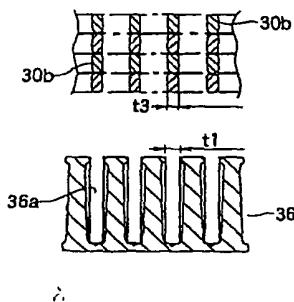
【図20】



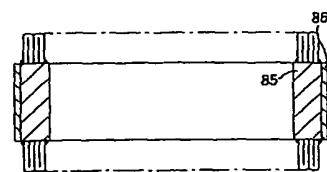
【図18】



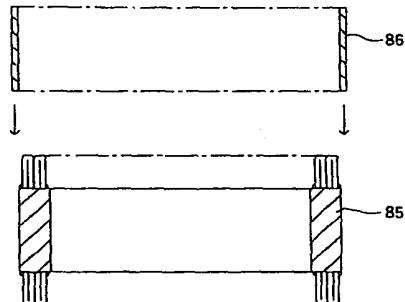
【図21】



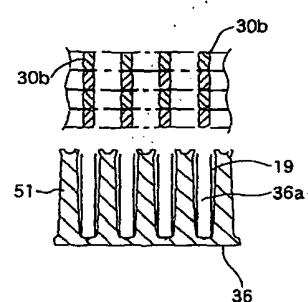
【図23】



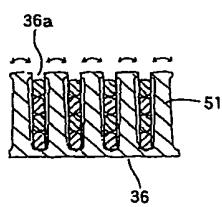
【図22】



【図24】



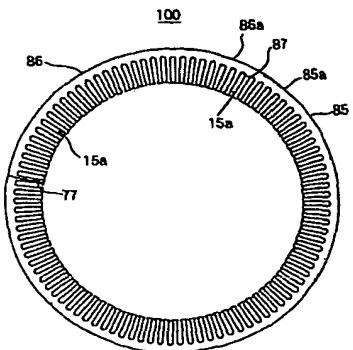
【図25】



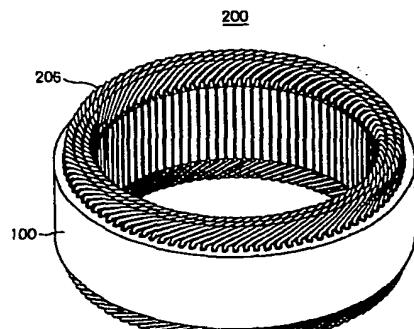
【図29】



【図26】

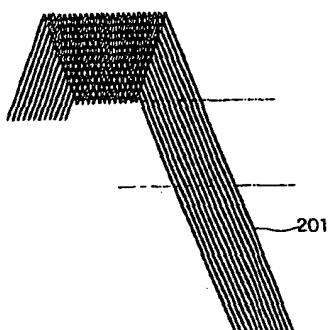


【図27】



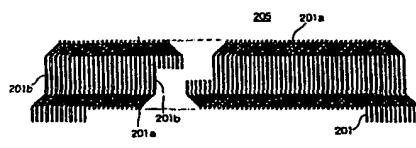
200: 固定子
206: 固定子巻線

【図28】



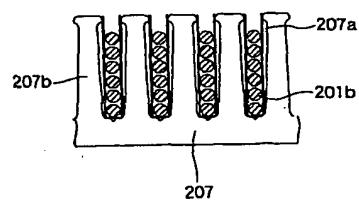
201: 素線

【図30】

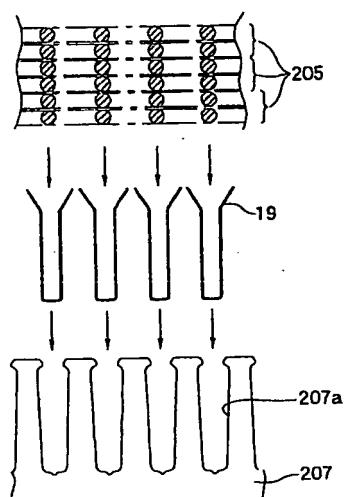


205: 磁粉アッセンブリ
201b: 線巻部
201a: ターン部

【図32】

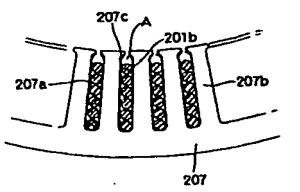


【図31】



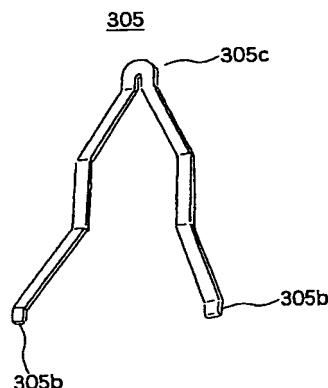
207: 素鐵心

【図33】

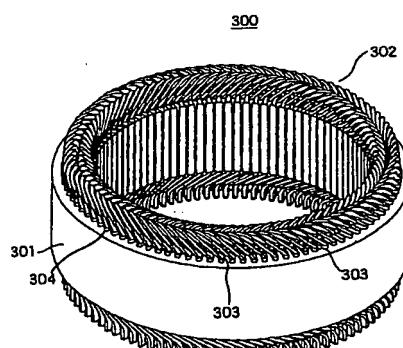


207a: スロット
207b: ティース
207c: 扇部
A: 開閉

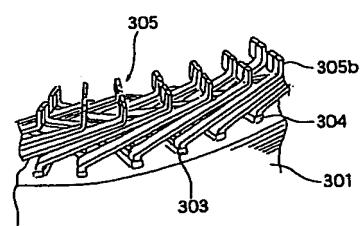
【図35】



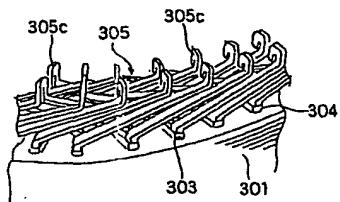
【図34】



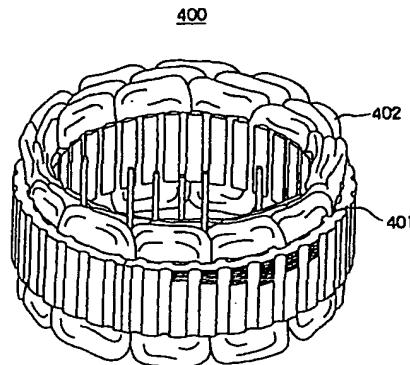
【図36】



【図37】



【図38】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. ⁷	識別記号	F I	テマート*(参考)
H 0 2 K 15/02		H 0 2 K 15/02	D
19/22		19/22	
(72)発明者 森下 瞽		F ターム(参考)	
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三		5H002 AA07 AC02	
菱電機株式会社内		5H603 AA09 BB02 BB09 BB12 CA01	
(72)発明者 大橋 篤志		CB02 CB03 CB05 CB24 CB26	
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三		CC13 CD06 CE01 CE13 EE01	
菱電機株式会社内		EE02	
		5H604 BB03 BB10 BB14 CC01 CC05	
		CC15 PB03	
		5H615 AA01 BB02 BB07 BB14 PP01	
		PP04 PP08 PP13 QQ05 QQ12	
		SS04 SS05 SS16 SS19 TT03	
		TT14	
		5H619 AA05 BB02 BB06 BB18 PP01	
		PP04 PP14	